

福井豪雨による土石流被害について

Debris Flow Disaster during Heavy Rainfall in Fukui in July 2004

小嶋 啓介¹⁾
(福井大学工学部建築建設工学科)

松下 卓²⁾, 寺崎 勉²⁾
(株)ナチュラルコンサルタント)

東 順一³⁾
(株)田中地質コンサルタント)

奥田 敏昭⁴⁾
(株)ニュージェック)

魚住 誠司⁵⁾
(株)ダイヤコンサルタント)

1. まえがき

平成 16 年福井豪雨では、足羽川堤防の決壊と市街地の浸水、ならびに JR 越美北線の橋梁の相次ぐ倒壊に加え、福井市、美山町、鯖江市、今立町などの山間部で、甚大な土石流被害が多数発生した。この災害を受けて、地盤工学会関西支部では、「平成 16 年 7 月福井豪雨による地盤災害の緊急調査団」を組織した。本論文は、同調査団による「平成 16 年 7 月福井豪雨による地盤災害調査報告書」の中から、「小河川・溪谷などでの土砂流・土石流調査グループ」による土石流災害に関する部分を抜粋、再掲したものである。

福井豪雨による土砂災害の実態と、既存砂防施設の概要を把握するために、以下の資料を主に用いた。福井県砂防海岸課から提供された緊急調査報告には、斜面崩壊を含めて約 100 箇所の報告が掲載されている。この報告書は、土砂災害発生地点ごとに、発生箇所の住所、溪流などの位置情報、最近観測点の雨量、人的及び家屋損壊ならびに流出土砂量や氾濫面積などの被害状況、保全対象および既存砂防施設と関連法令などを簡潔に記述したシートと、氾濫範囲を示した大縮尺の地図および被害状況を撮影した写真の組み合わせからなっている。図-1.1 ならびに表-1.1 は土石流発生地点を示しているが、福井市街から美山町を経て池田町に到る足羽川流域ならびに、鯖江市及び今立町の東側に分布する中小河川沿いに集中していることがわかる。また、福井県により、土石流危険渓カルテが作成されている。カルテの対象となる土石流危険溪流は、保全対象の種類と数により、1) 土石流危険溪流 I : 保全人家 5 戸以

(キーワード : 平成 16 年 7 月福井豪雨, 土石流, 雨量, 避難)

¹⁾ Keisuke KOJIMA (Department Architecture and Civil Engineering, University Fukui, 910-8507, Fukui, Japan)

²⁾ Taku MATSUSHITA, Tsutomu TERASAKI (Natural Consultant Co. Ltd., 921-8813, Ishikawa, Japan)

³⁾ Jyunichi AZUMA (Tanaka Geology Corporation, 915-0082, Takefu, Japan)

⁴⁾ Toshiaki YODEN (NEWJEC Inc., 531-0074, Honjo-Higashi, Kita-ku, Osaka, Japan)

⁵⁾ Seizi UOZUMI (DIA CONSULTANTS Ltd., 101-0032, Iwamoto-tyo, chiyoda-ku, Tokyo, Japan)

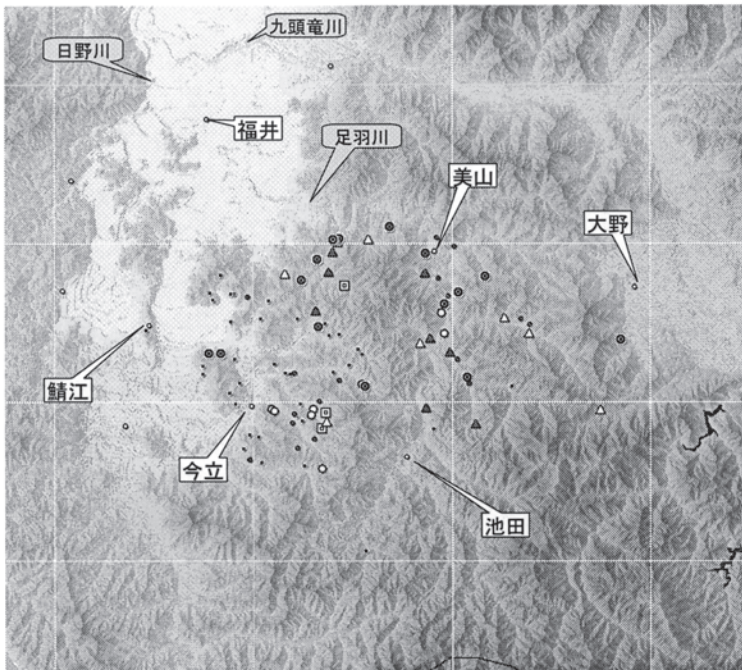


図-1.1 土石流発生地点分布

表-1.1 土砂災害一覧

(福井県HPに一部修正)

市町村名	がけ崩れ	土石流	合計
福井市	4	10	14
美山町	8	20	28
大野市	0	2	2
勝山市	0	1	1
鯖江市	9	12	21
武生市	2	3	5
朝日町	2	0	2
清水町	1	0	1
今立町	3	34	37
池田町	0	9	9
合計	29	91	120

上、または官公署、学校、病院、駅、発電所などのある場所に流入する溪流、2) 土石流危険溪流Ⅱ：保全人家が1戸以上5戸未満の場所に流入する溪流、3) 土石流危険溪流Ⅲ：現在のところ保全人家はないが、今後住宅などの新築の可能性のある溪流（原則として都市計画区域内）に分類されている。福井県の場合、土石流危険溪流Ⅰが2002箇所、Ⅱが629箇所、Ⅲが404箇所、全体で約3000箇所が指定されている。これらの溪流に関するカルテには、1) 流域面積及び河床勾配などの溪流概要、2) 氾濫区域の面積、勾配、保全対象などの危険区域の情報、3) 溪床や周辺山腹の性状、4) 砂防施設、5) 避難などに関するデータが掲載されている。

本論文は、以上に資料に加えて、「土石流調査グループ」が数回に渡って実施した現地調査、ならびに被災住民に対して実施したアンケートの分析を通して、福井水害における土石流被害の実態と、降雨、周辺環境との相関、避難の実態などの検討結果をまとめたものである。

2. 雨量分布との関係

2. 1 降雨状況

福井気象台から、7月18日の前後1日を含む3日間の雨量分布データを提供いただいた。この雨量分布データは、レーダー雨量をアメダスデータなどで補正したものであり、2.5kmメッシュごとの10分間隔の雨量強度データである。

図-2.1は、図-1.1の範囲の午前7時および10時の雨量強度分布である。7時には梅雨前線の方に沿った北西から南東にかけての単調な分布であるのに対し、10時には70mm/hr以上の大きな雨量強度が、北西から南東にかけての地域に加え、やや南西よりの鯖江および今立方面にまで広がっていることがわかる。図-2.2は17日午前3時からの累積雨量分布であり、左は7時まで、右は10時までの累積雨量である。美山および池田などの足羽川上流域には、7時には150mm以上、10時には250mm以

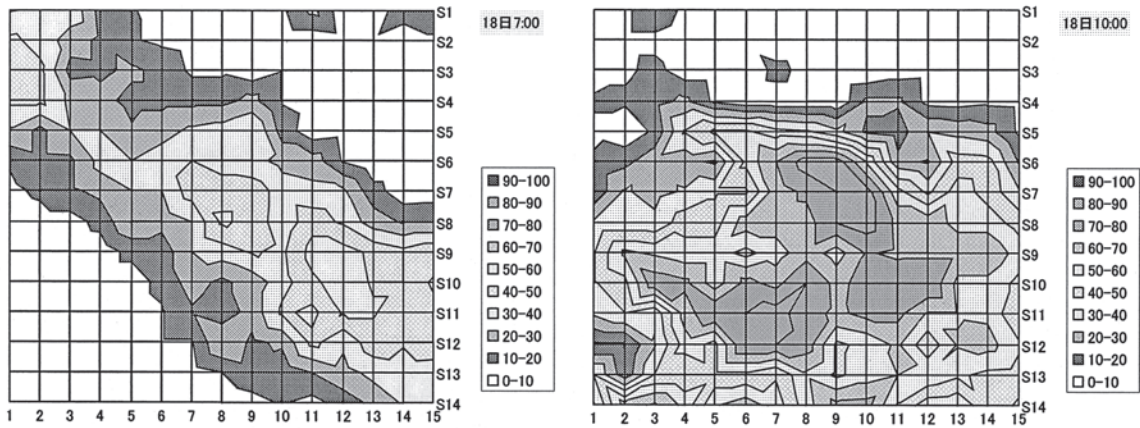


図-2.1 雨量強度分布

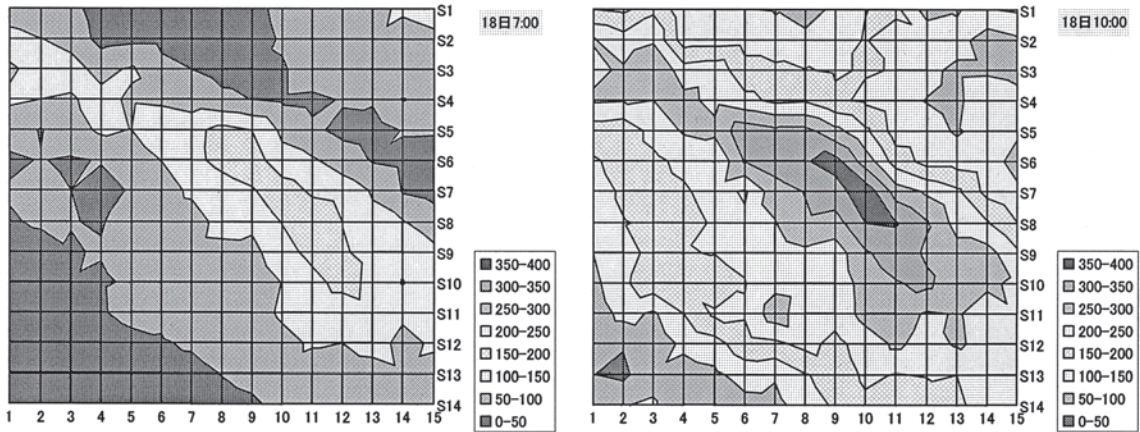


図-2.2 累積雨量分布

上の雨量があったことがわかる。なお、11時以降の降雨は僅かであり、10時の段階の総雨量がほぼ18日の降雨量に対応している。いずれの図からも、強い雨量が認められる範囲は、福井市街から池田町方向である南東方向にあり、この範囲はちょうど足羽川の流域に一致していることが確認できる。図-1.1の土石流発生地点は、池田から美山をへて福井市に流下する足羽川とその支流の一乗谷川、鯖江および今立の東に散在し、浅水川をへて日野川に合流する河和田川、服部川、水間川、月尾川、鞍谷川などの周辺に分布していることがわかる。また、これらの河川周辺では、10時の雨量強度で70mm/hr以上、累積雨量で250mm以上の雨量が観察されている範囲とオーバーラップしていることが確認できる。

2. 2 土石流発生地点の雨量推定

図-2.1, 2.2に示した雨量は、南北1.5分、東西1.875分ごとの約2.5kmメッシュの雨量であり、土石流発生地点で観察された雨量ではない。そこで、次式を用いて発生地点の雨量を推定した。

$$P_L = \frac{\sum_{i=1}^N w_{Li} p_i}{\sum_{i=1}^N w_{Li}} \quad w_{Li} = 1 - \frac{R_{Li}^2}{R_{\max}^2}, \quad R < R_{\max} \quad (1)$$

$$w_{Li} = 0, \quad R \geq R_{\max}$$

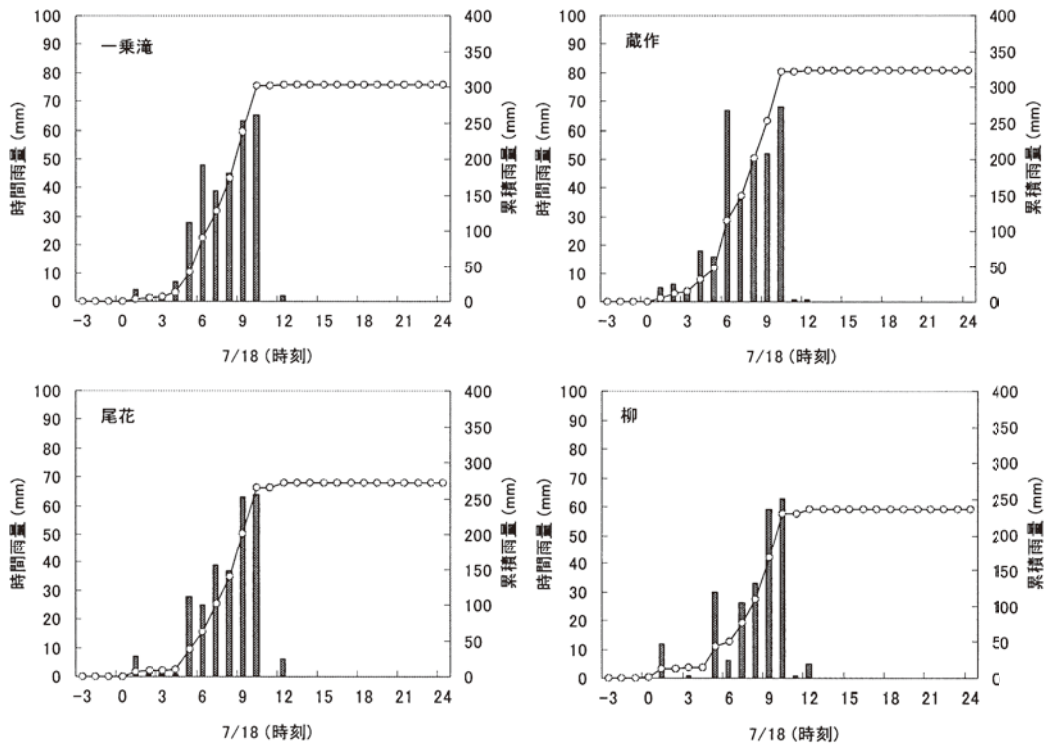


図-2.3 土石流発生地点の推定ハイトグラフ

ここに、 P_L ：被災位置Lでの推定雨量、 P_i ：推定点Lの周囲のレーダー雨量点iの雨量、 w ：重み、 R_{Li} ：被推定点からレーダー雨量点までの距離、 R_{max} 、重みを考慮する最大距離で、ここでは5kmに設定した。上式は、推定点からメッシュ点までの距離の二乗に反比例する重みによって、メッシュ点の雨量の重み付け平均値として、土石流発生地点の雨量を推定していることになる。

図-2.3は、市町村ごとの土石流発生地点の代表として選択した福井(一乗滝)、美山(蔵作)、鯖江(金山)、今立(柳)のハイトグラフである。どの地点でも、18日4時前後から雨量が増加し、60mm/hr前後の強い雨が10時過ぎまで継続し、累積雨量はどの地点でも200mmを大きく越え、特に美山町蔵作では累積雨量が320mmに達していることがわかる。

3. 土石流発生地点の地形、地質、植生

福井県の土石流カルテと土石流被害報告書のデータを基に、土石流発生地点に地形、地質や植生から特定の条件で土石流が発生したかどうかの検討を行った。図-3.1から3.5の棒グラフは福井県嶺北地域の土石流危険溪流のデータに対応しており、折れ線グラフは土石流発生地点の対応するデータである。図-3.1の土石流危険溪流の河床平均勾配を見ると、10～25度の範囲に存在し、15度付近にピークを持つ正規分布的な分布を持つが、土石流発生溪流ではピーク勾配が20度付近にあり、やや大きい。両者に大きな隔たりは認められない。図-3.2は、氾濫域の氾濫開始勾配と、終息域の勾配を示している。危険溪流の氾濫開始点の勾配は、4～16度と比較的広い範囲にあり、16度付近と10度付近に2つのピークがある一方、収束点の勾配は、0～4度の狭い範囲で、特に4度付近に集中した分布であるこ

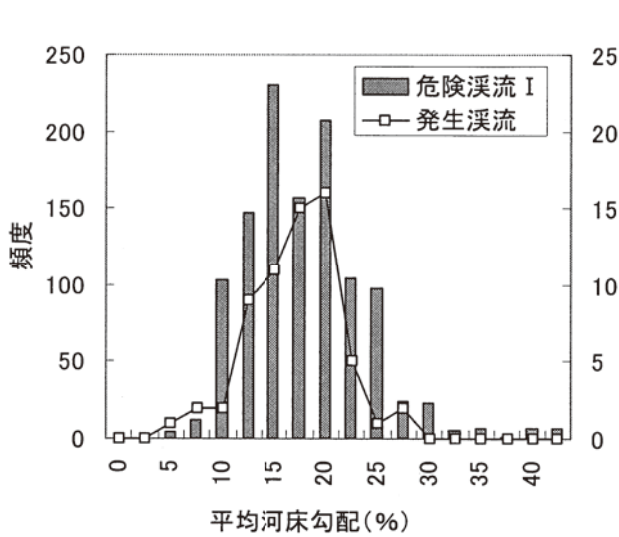


図-3.1 溪床勾配分布

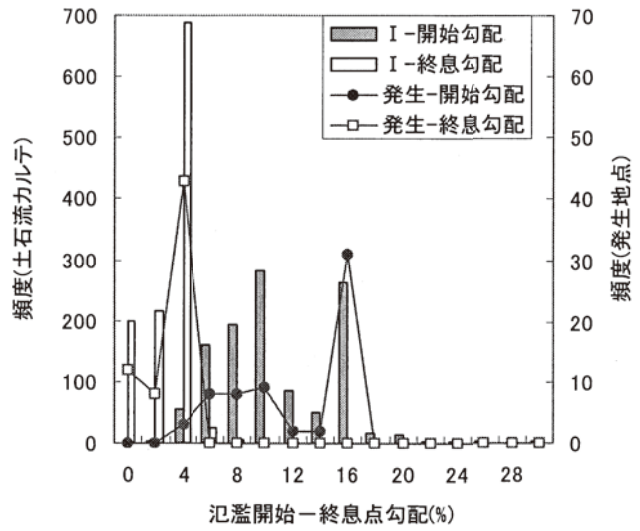


図-3.2 氾濫域の開始-終息勾配

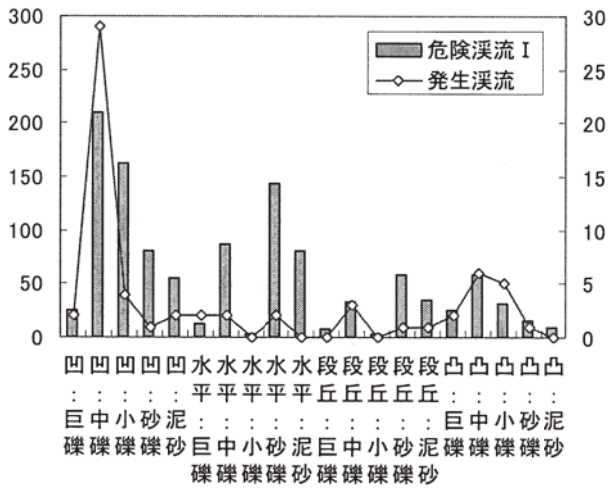


図-3.3 溪床の形状と堆積土

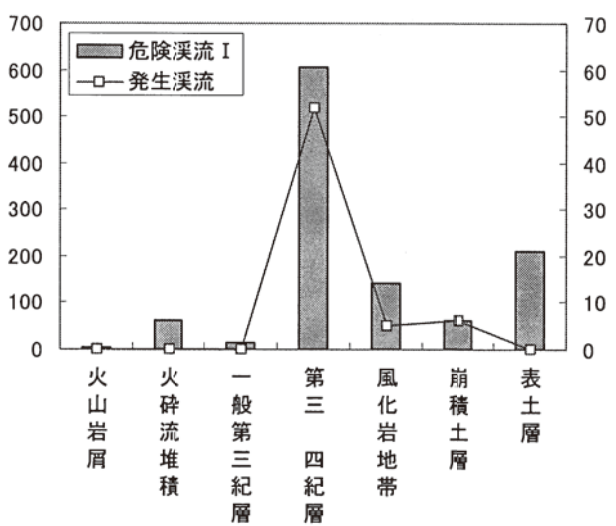


図-3.4 流域の地質

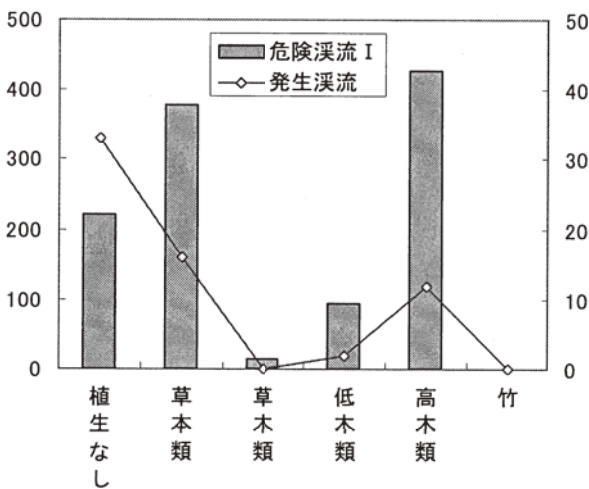


図-3.5 溪床周辺の植生

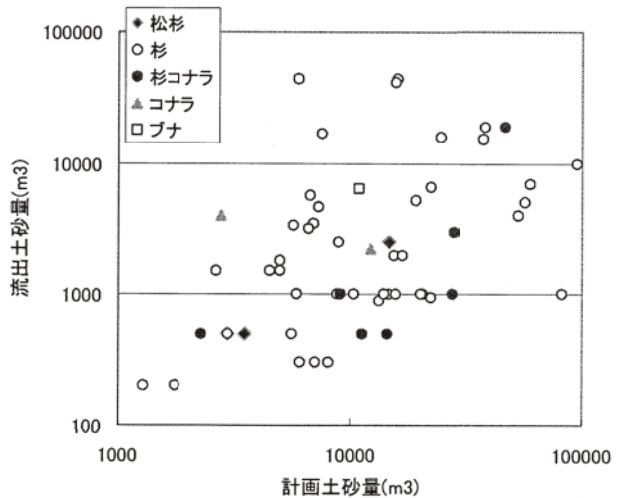


図-3.6 流域の植生と流出土砂量

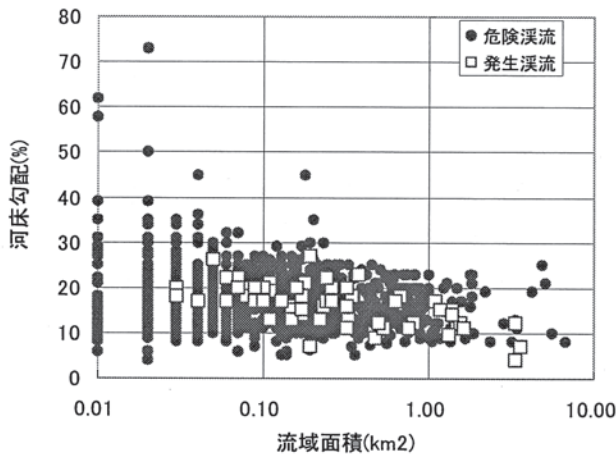


図-3.7 河床勾配

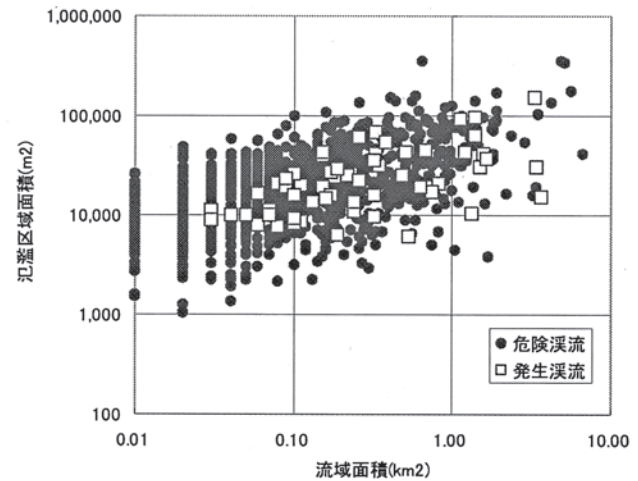


図-3.8 氾濫区域面積

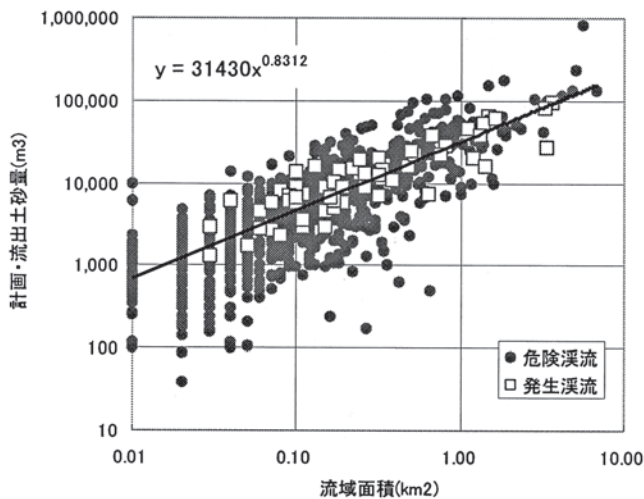


図-3.9 計画流出土砂量

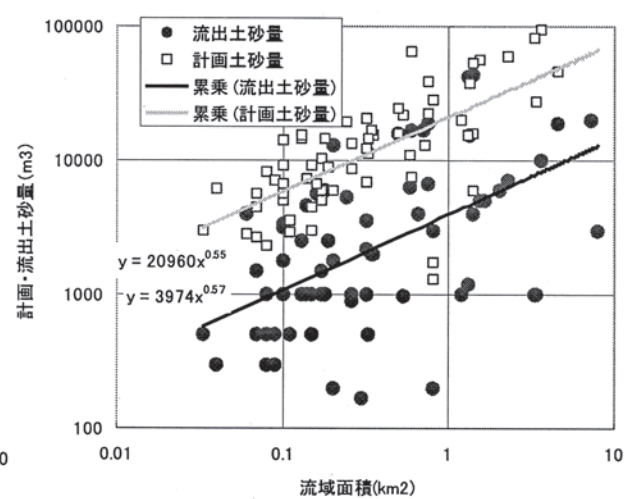


図-3.10 計画・流出土砂量

とが読み取れる。氾濫域の開始～収束点の勾配についても、土石流発生点と危険渓流で大きな相違は認められない。図-3.3 は溪床の形状と堆積土の種類を、図-3.4 は流域の主な地質を示している。両者ともに、土石流発生地点と危険渓流の分布傾向は同様であり、特定の地形や土質での土石流の発生の多少は見出せない。

次に、土石流と周辺の植生に関して検討を行う。図-3.5 は、溪床周辺の植生である。棒グラフの土石流危険渓流全体の分布を見ると、高木、草本、植生なしの順であるが、土石流発生地点では、植生なしが有意に多いことがわかる。溪床周辺の植生がないところで、土石流発生数が多いということは、その溪流堆積物の不安定性を示すものであり、過去にも溪床の移動があったところで、今回の土石流が多く発生していると推論できる。図-3.6 は、横軸を土石流発生地点の計画流出土砂量、縦軸を実際の流出土砂量としたものであり、溪流周辺の植生ごとにプロットしている。この植生区分は、福井県の植生分布図から、土石流発生地点の溪流周辺に対応する植生を読み取ったものであり、その大半は人工林である杉であることがわかる。同図より、松・杉と杉・コナラについては、計画土砂に対する流出土砂の割合は少なめであり、データ数が少ないもののコナラやブナの流出割合は大きめである。しかしながら、

これらのデータから、特定の植生で土砂流出量の大小を結論付けることは困難である。以上、嶺北地域の土石流危険渓流の地形、地質および植生などの分布と、土石流発生地点の分布の比較からは、溪床周辺の植生を除いて特定の傾向は認められなかった。

図-3.7~3.10 は、河床勾配、氾濫区域の面積、計画および流出土砂量を、流域面積との関係として示した図である。図-3.7~3.9 の●は嶺北地域の土石流危険渓流を示しており、□は土石流発生地点を示している。図-3.7 の河床勾配は流域面積が大きくなるほど小さくなり、15 度付近に収束する傾向が見られ、この傾向は土石流発生地点についても同様である。図-3.9 の計画流出土砂量と流域面積の関係は、比較的ばらつきが少なく、両対数上で明瞭な線形関係が認められる。土石流発生地点の計画流出土砂量の流域面積に対する傾きは若干小さいが、明確な傾向として指摘できるほどではない。図-3.10 は、土石流発生地点について、その計画流出土砂量および実際の流出土砂量を流域面積に対してプロットしたものである。実際の流出土砂量はややばらつきが大きい、土石流発生地点の計画および流出土砂量は、流域面積の平方根に近い 0.55 乗程度に比例し、両者はほぼ平行な傾向であり、計画土砂量の 4 割程度が実際に流出したことが読み取れる。同図中に示した回帰式によれば、流域面積 1km^2 当たりの流出土砂量は、約 $4,000\text{m}^3$ であり、流域面積が 4 倍になると流出土砂量は約 2 倍強になことを予測できる。

4. 土石流発生地域住民に対するアンケート分析

土石流が発生した地点のうち、福井市、美山町、鯖江市および今立町から図-4.1 に示す 16 の被災地域を選択し、土石流の直接および間接的な影響があったと考えられる家屋を住宅地図から選択し、図-4.2 に示すような内容のアンケートを実施した。なおこのアンケートは、地盤工学会関西支部による「平成 16 年 7 月福井豪雨による地盤災害調査団」の活動として実施したものである。アンケートは、回答の容易さを第一とし、A4 で 1 ページと少量にとどめ、質問項目についても、一般住民の方にとって解り安さを重視した内容となっている。アンケートの依頼書と調査票を事前に郵送し、1 週間程度時間をあけて調査員が直接回収するか、各戸で直接質問して回答していただくという方法で実施した。表-4.1 に示すように、配布個数は 395 戸、回収戸数は 267 で、平均回収率は 68%であった。

図-4.1 の円グラフは豪雨による家屋の被害の程度を回答割合で示したものである。家屋の全壊は、福井市一乗谷川周辺と美山町で見られ、一部損壊までを含めた家屋の被害の割合は、美山および今立に多いことがわかる。図-4.3~4.5 は土石流被害の概要を、土石流に含まれる土砂の最大粒径、土砂の堆積深さおよび浸水深さの面から捉え、それぞれの回答割合をヒストグラムとして、市町村ごと示したものである。図-4.3 より、土砂の最大粒径については、どの地域においても 10cm 以下であったとする回答が最も多く、ついで 40~80cm とする回答が多い。また、今立および美山町では、150cm を越える巨岩の流出も発生していたことが確認できる。図-4.4 より、土砂の堆積深さについては、福井市では相対的に小さく、美山、鯖江および今立では、80cm 以上の堆積があったとする回答割合が、40%程度ある。この傾向は、図-4.5 の洪水の浸水深さについても同様に認められる。土砂堆積深さが 80cm 以上あり、浸水深も 80cm 以上あったと答えた割合は、美山町および今立町で顕著に多く、それに対応するように、図-4.1 で示した家屋の半壊および一部損壊があったと答えた割合が多くなっている。

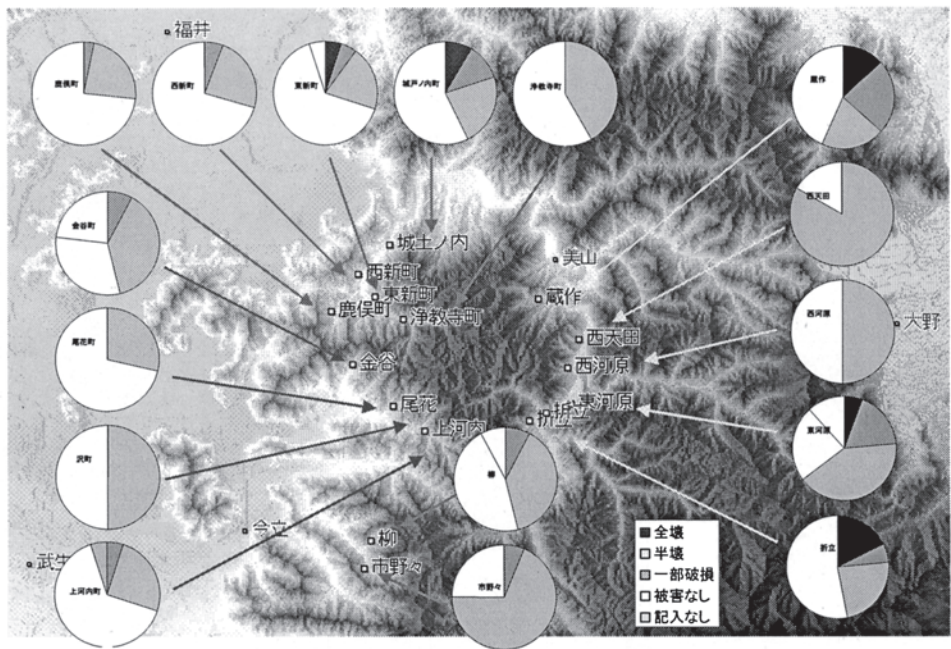


図-4.1 アンケート配布対象地区とその住宅被害分布

調査用紙

7月18日の豪雨で発生した土石流の状況についてお尋ねします。

当ではまる項目の□にチェックし、()には数字や具体的な記述をご記入下さい。

0. あなたの自宅の住所と番地をご記入下さい。
(町 番 号)。

1. あなたの自宅周辺に土石流の影響はありましたか。
☐ 大きな岩を含む濁流が流れ、家の周囲に岩を含む土砂が堆積した。
☐ 濁流が流れ、家の周囲に土砂が堆積した。
☐ 川の増水で浸水はあったが、土砂は堆積しなかった。
☐ 特に被害はなかった。

2. 土石流により家が損害を受けましたか。
☐ 全壊 ☐ 半壊 ☐ 一部破損 ☐ 被害なし

3. 土石流による堆積土砂と浸水についてお尋ねします。
a: 土砂の中の最大の石の直径は () cm程度であった。
b: 堆積した土砂の厚さは () cm程度であった。
c: 浸水した深さは地面から () cm程度であった。

4. 土石流に流木は含まれていましたか。
☐ 根こそぎの木が大量に含まれていた。 ☐ 流木が大量に含まれていた。
☐ 流木が少量含まれていた。 ☐ 流木はなかった

5. 土石流の発生時間についてお尋ねします。
a: はじめての土石流の発生時刻は7月18日 AM PM () 時 () 分頃。
b: 土石流が収まったのは () 時頃。

6. 土石流の発生以前に、その前兆はありましたか。
☐ あった → 具体的な前兆を記入してください
()
☐ なかった

7. 避難されましたか。
☐ 避難した → 避難された理由は何ですか。
☐ 自治体などからの避難指示を聞いて
☐ 自分で判断して (判断されたきっかけを具体的に記述してください)
()
☐ 避難しなかった

8. 今回の災害で特にお気づきの点ならびにご意見などがございましたらご記入下さい。
()

図-4.2 アンケート項目

表-4.1 アンケート配布対象および回収率

	地区	対象戸数	回収戸数	回収率
福井市	城戸ノ内町	50	34	68%
	西新町	23	17	74%
	鹿俣町	45	31	69%
	東新町	27	19	70%
	浄教寺町	22	14	64%
美山町	蔵作	46	31	67%
	西天田	7	6	86%
	西河原	8	6	75%
	東河原	23	17	74%
	折立	28	17	61%
鯖江市	金谷町	17	13	76%
	尾花町	16	8	50%
	沢町	2	2	100%
	上河内	33	20	61%
今立町	柳	22	15	68%
	市野々	26	17	65%
		395	267	68%

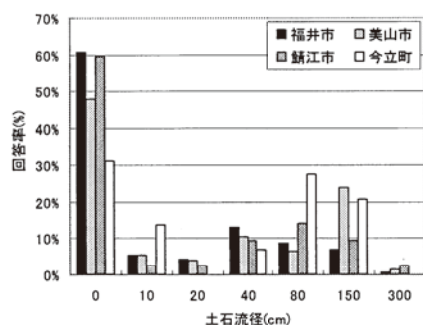


図-4.3 土砂の最大粒径

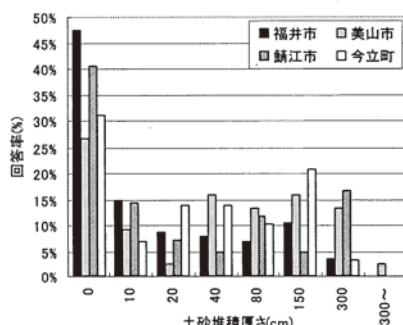


図-4.4 土砂堆積深さ

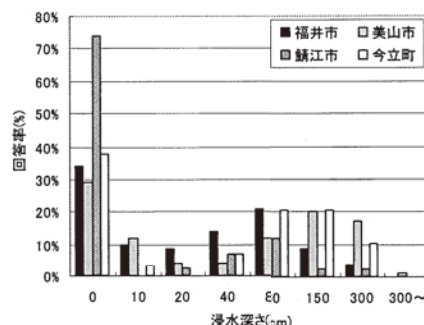


図-4.5 浸水深さ

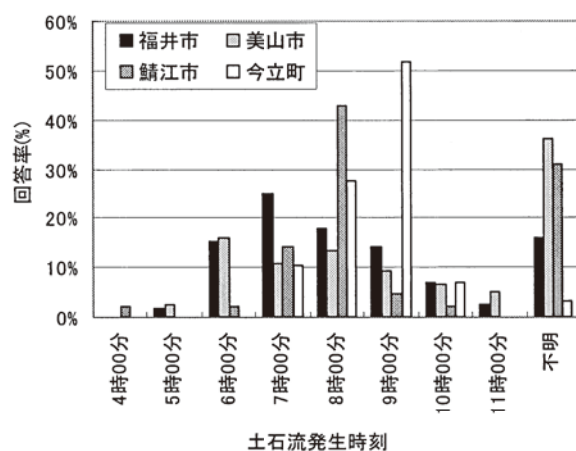


図-4.6 土石流発生時刻

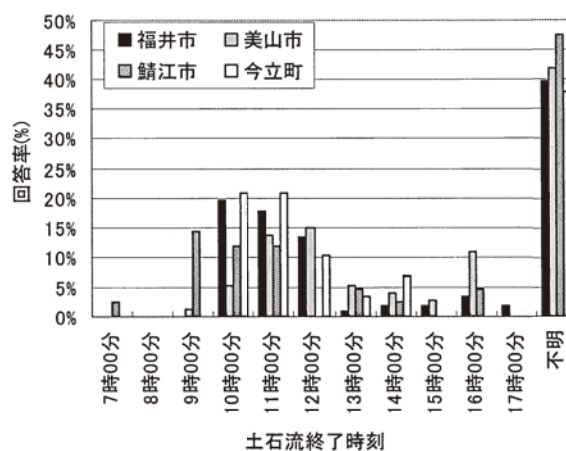


図-4.7 土石流収束時刻

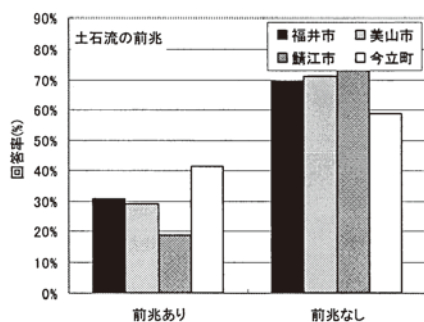


図-4.8 前兆の有無

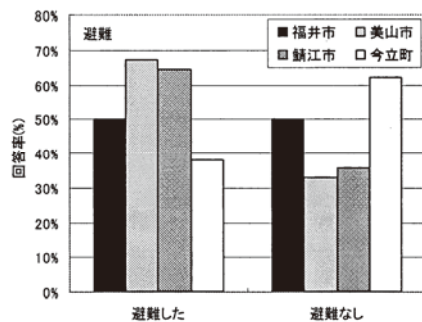


図-4.9 避難の有無

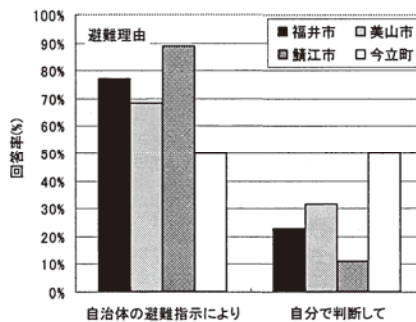


図-4.10 避難理由

次に、土石流の発生時刻について検討する。図-4.6 と 4.7 は土石流の発生・終了時刻の回答割合である。福井市と美山町の回答には比較的幅があり、明確なピークは認められないが、それぞれの最大回答時刻は7時と8時であった。一方、鯖江市は8時、今立町では9時と回答した割合が顕著に多い。以上から、地域ごとに土石流発生時刻は異なり、南部ほど発生時刻が遅い傾向があることが推察される。図-4.7 の土石流収束時刻については、発生時刻よりも回答にばらつきが多く、不明とする回答も多い。これは、次に述べるように、避難したことにより、自宅周辺の様子がわからなくなったことも影響していると思われる。最大頻度となっている時刻は、福井市で10時、美山町で12時、鯖江市で11時、今

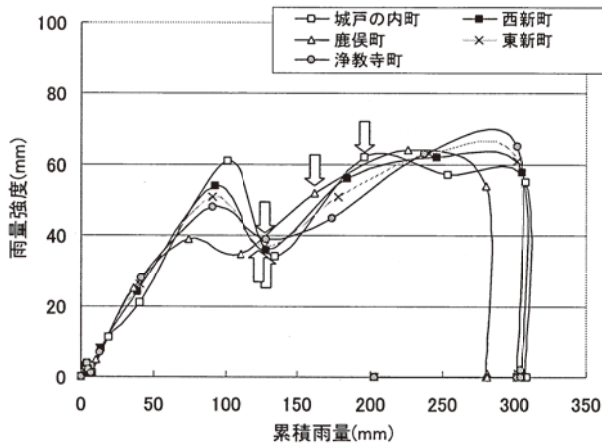


図-4.11 累積雨量－強度関係（福井）

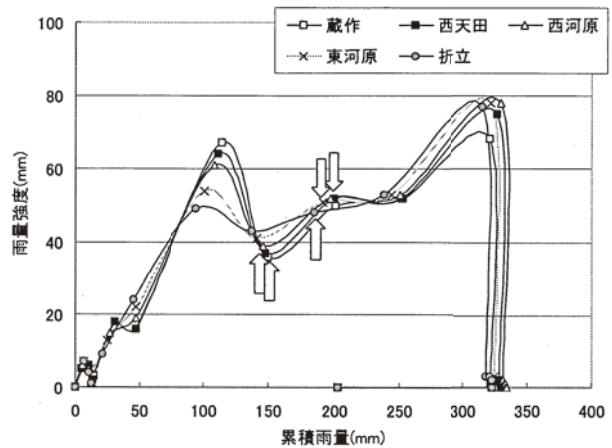


図-4.12 累積雨量－強度関係（美山）

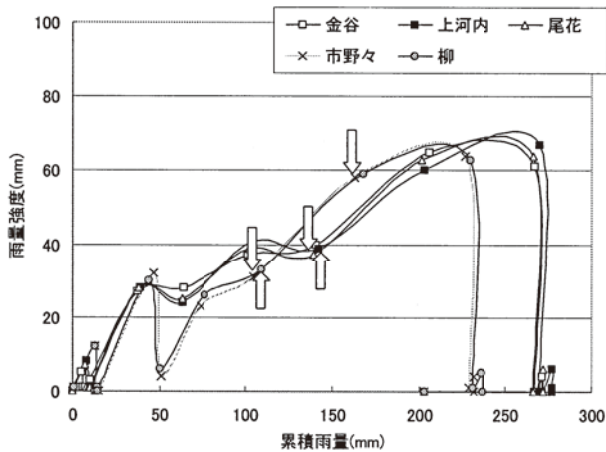


図-4.13 累積雨量－強度関係（鯖江）

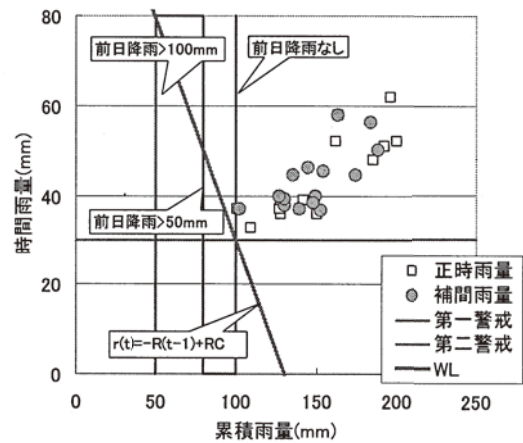


図-4.14 避難・警戒雨量基準

立町で 11 時であり，発生から 3 時間～4 時間後には収束していたことがわかる。

次に土石流の前兆と避難に関して検討する．図-4.8 は土石流の前兆と思われるものの有無の回答割合である．何らかの前兆があったとする回答は，全体の 30%程度と，やや少ないが，今立町では 40%を越えてやや多くなっている．前兆現象として住民の方があげた具体的な項目としては，回答数の多い順に，1) 溪流を石が流れる音，2)経験したことのない豪雨，3)水位上昇，4)流木などによる橋のダム化，5)水の濁り，6)悪臭，7)水位低下，などがあげられていた。

図-4.9 は避難の割合，図-4.10 は避難した場合の直接の理由の回答割合を示している．避難した割合は，4つの市町村で概ね 40～60%であり，今立町ではやや少ない．また，自治体などからの避難指示によって避難したとの回答は，今立町を除いて約 70%となっており，外部からの指示が避難のきっかけとなっていたことが伺える．今立町では，自分の判断によって避難したとする割合が 50%と明らかに多く，これは図-4.8 で前兆があったとする回答が多いことと調和的である。

最後に土石流の発生時刻と雨量の関係を検討する．図-4.11 から 4.13 は，福井市，美山町および鯖江市の土石流発生地点の累積雨量と雨量強度の関係，いわゆるスネーク曲線である．なお，土石流発生

地点の推定雨量は第2節の式(1)を用いて算出した値である。アンケートにおいて、土石流発生時刻の回答を地域ごとの平均を、各溪流の土石流発生時刻とし、その時刻の雨量を図中の矢印で示す。図より、福井市と美山町では、60mm/hr 前後の強い降雨の後で、40mm/hr 前後の雨が継続し、累積雨量が 100mm 前後を越えたところで土石流が発生している。一方、鯖江市においては、やや雨量強度が小さく、単調に累積雨量が増加し、やはり 100mm を超えたときに土石流の発生をみていることがわかる。図-4.14 のプロットは、図-4.11~13 の矢印、すなわち土石流発生時刻の累積雨量と雨量強度をまとめて示したものである。なお、図中の○は、アンケートの平均として算出した土石流発生時刻に最も近い、正時雨量を、●は発生時刻に相当する雨量を、前後の正時雨量の線形近似で推定した雨量に対応している。この図から、今回の豪雨による土石流は、累積雨量が 100mm を超え、かつ 30mm/hr 以上の降雨強度があった時に発生していたことが明らかである。図中の縦横の直線は、消防庁による土石流警戒および避難基準値を示している。この基準によれば、前日までに降雨がなかった場合には、日雨量が 100mm を越えた時が第一警戒態勢（警戒巡視および住民への広報実施）、日雨量が 100mm を越え、かつ時間雨量 30mm 程度の強雨が降り始めた時が第2警戒態勢（避難準備の広報および避難指示の実施）をとる事となっている。また、図中の $r(t)$ と示した直線は、建設省指針の土石流発生危険基準線（CL）を、累積雨量 100mm、降雨強度 30mm/hr を通るように設定したものである。今回の土石流は、以上二つのいずれの基準によっても警戒が必要とされる範囲に収まっており、少なくとも降雨条件から見て、最初の土石流の発生は例外的なものでなかったといえる。ただし、図-4.11~13 に示したように、最初の土石流が発生した後も、それ以前より強い豪雨が継続し、基準の2倍程度の雨量強度が数時間続き、累積雨量についても基準の3倍程度の 300mm 前後に達しており、土石流が継続的、波状的に発生し、多量の土砂と洪水を供給し、大きな被害を招いた可能性がある。

5. 間谷・金谷川溪流の土石流被害と福井県の対応

ここでは、今回の豪雨に伴う土石流発生地点のうち、間谷・金谷川溪流の土石流被害の詳細を報告する。対象溪流は、図-5.1 右上の図の土石流カルテ番号 1-1-43 の間谷川・金谷川溪流である。対象溪流は須別当、間谷、金谷の3支流よりなり、保全対象の金谷町上流で合流して金谷川となる。流域の地質は第三紀の火山岩層であり、平均河床勾配 18 度、流域面積 0.77km² である。土石流カルテによると想定氾濫区域の面積は約 45,000m² で、保全対象人口が 112 人、保全住家数は 28 戸である。事前の溪床状況調査によれば、溪床は草本で覆われるが、巨礫が凸形状に集積しており、計画流出土砂量は約 38,500m³ と見積もられていた。さらに、同溪流では過去に比較的規模の大きな崩壊履歴はなく、土石流災害も記録されていない。同溪床の警戒および避難雨量は、それぞれ 184mm と 205mm である。

福井県による土石流被害緊急報告によると、土石流発生直後に想定された流出土砂量は 19,000m³ に及び、氾濫域の最大幅は 100m で、最大延長は 550m に達している。この土石流により、一部損壊家屋 10 棟、床上浸水 2 棟、床下浸水 10 棟と、砂防流路工の損壊と、道路の埋設及び破損、ならびに下流域の農地に土砂が堆積する被害が発生したことが記録されている。また、同地点の最寄の雨量観測点である北中雨量観測点の観測値として、連続雨量 262mm、最大時間雨量 62mm が記録されている。

土石流発生後に、福井県によって溪床の状況が調査され、不安定土砂の堆積量も計測されている。図

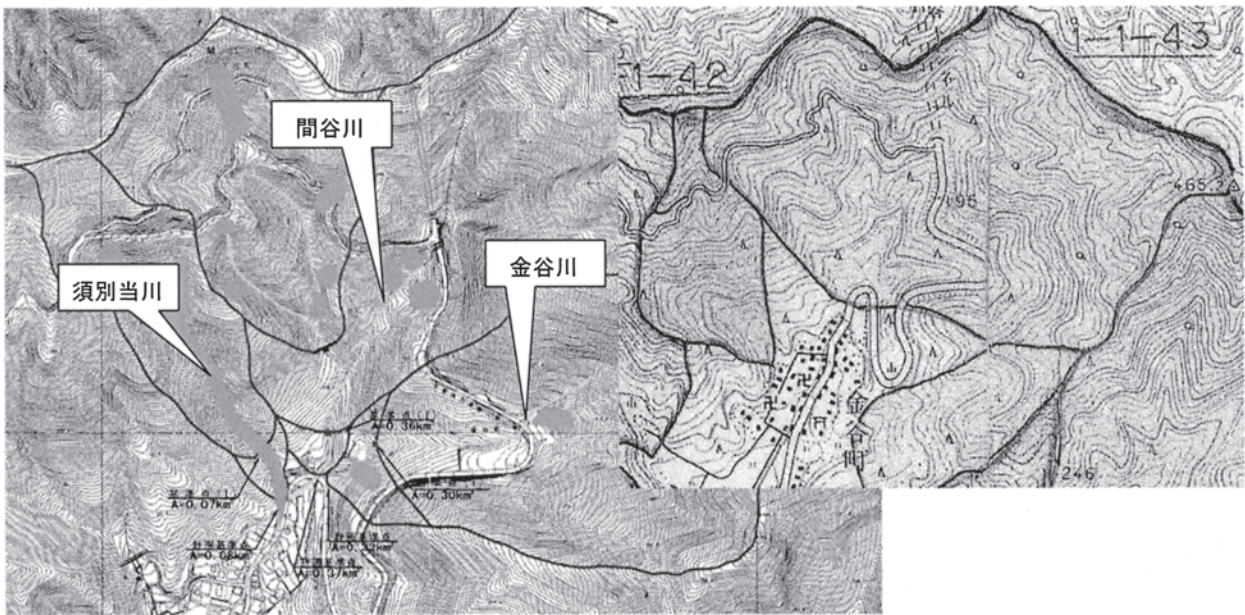


図-5.1 間谷川・金谷川溪流の流域図（土石流危険溪流1-1-43）

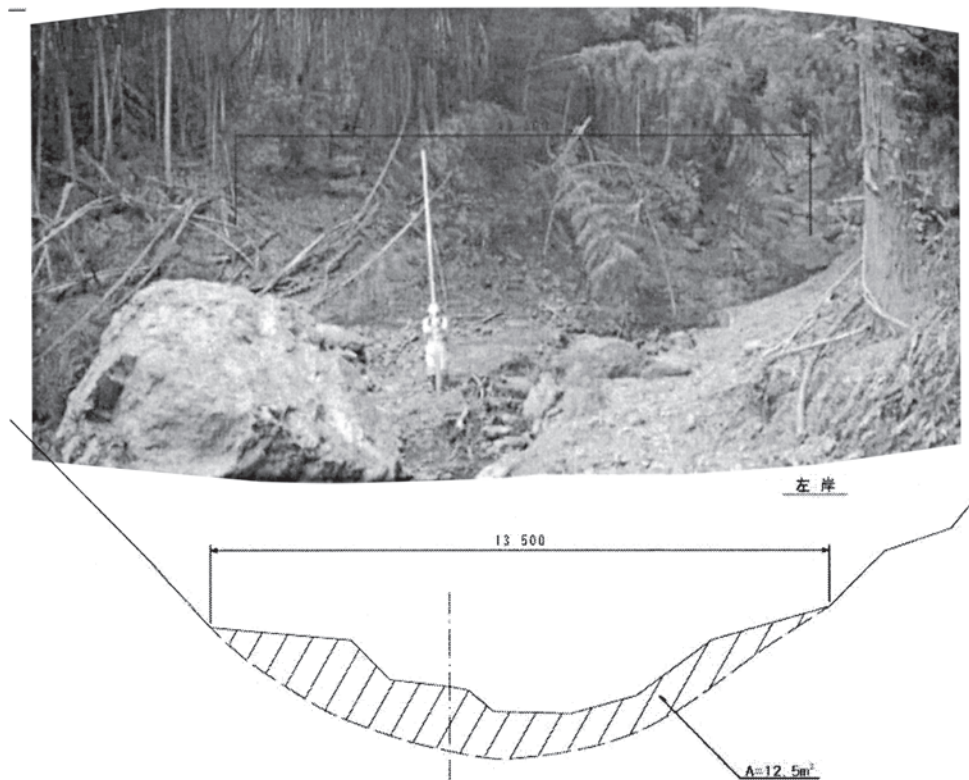


図-5.2 須別当川での堆積土砂断面の計測状況

図-5.2 は図-5.1 に示した須別当川下流部における計測状況である。写真にも見られるように、河道内には巨礫が点在し、流出土砂と流木によって埋設されており、溪流周辺の樹木の根元まで、土石流堆積物が及んでいる状況が認められる。上流では0次谷源頭部および溪岸で崩壊が多発しており、降雨による崩壊発生が引き金となって土石流が発生した状況を示している。各溪流とも谷口を横断する主要地方道

福井大学地域環境研究教育センター研究紀要

「日本海地域の自然と環境」

No.12, 1-10, 2005

ヘッダー部分は印刷段階で記入します。

鯖江美山線付近まで土砂を流出したが、とくに須別当川からの流出土砂は道路に沿って流下、氾濫し、保全対象に被害を与えた。

各溪流の河道内に現存する不安定土砂量は、須別当川で 3,600m³、関谷川で 4,500m³、金谷川で 400m³で、指定溪流全体で 8,500m³に達している。これらの不安定土砂は今後の降雨によって再流出する危険性が高く、福井県は当面各溪流に 1 基ずつ計 3 基の砂防堰堤を計画し、施工するものとしている。

6. あとがき

平成 16 年福井豪雨で発生した土石流被害について、福井県砂防海岸課の災害報告書および土石流カルテ、福井気象台による雨量強度レーダーデータ、および地盤工学会の福井豪雨土砂災害調査団のアンケートを主な資料として検討を行った。その結果から得られた知見を、以下に示す。

- (1) 福井県嶺北地方の土石流危険溪流と土石流発生地点の地形、地質、植生などを比較した結果、溪床に植生がない溪流で土石流が多いことが判明したが、それ以外の項目については、土石流の発生に繋がるとされる特定の条件を限定することができなかった。このことは単に、雨量強度の大きい所で土石流が発生したことを示すものと理解できる。
- (2) 土石流発生の雨量条件としては、累積雨量で 100mm 以上かつ雨量強度で 30mm/hr 以上であることが確認できた。この条件は、既存の消防庁基準などと調和的である。ただし、今回の豪雨では最初の土石流が発生した後も、豪雨状態が数時間継続したため、被害を増大させた可能性がある。
- (3) 土石流被害を受けた地域住民に対するアンケートから、自己判断で避難を行うことは困難であり、危険溪流周辺の住民に対しては、地域ごとの避難基準や雨量情報などを広報し、避難を促すシステムを形成しておく必要が認められた。

参項文献・資料

- 1) 福井気象台：レーダー降雨デジタルデータ，2004.
- 2) 福井県砂防海岸課：平成 16 年福井豪雨災害報告書，2004.
- 3) 福井県砂防海岸課：福井県土石流カルテ，2004.
- 4) 水山高久他：講座（土石流），土と基礎，48-5~49-2，2001.
- 5) 高橋 保：土石流の機構と対策，近未来社，2004.